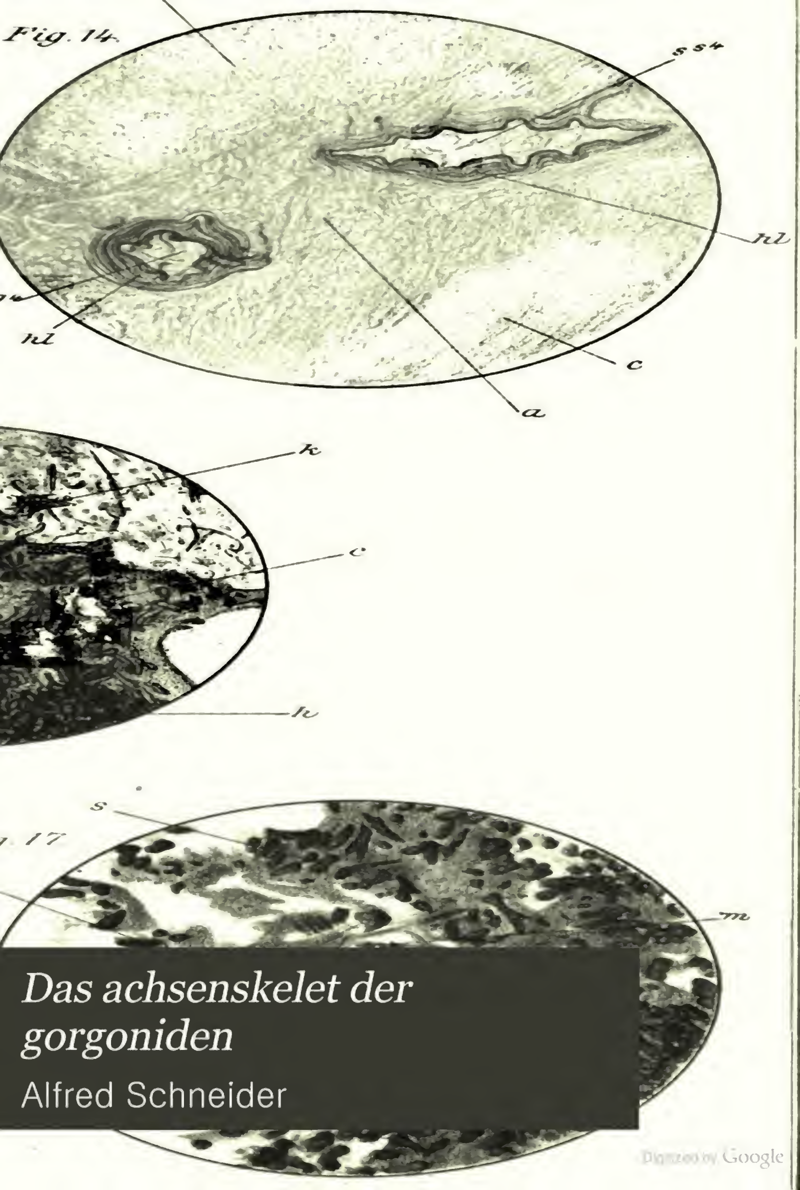


Das achsenskelet der gorgoniden

Alfred Schneider

Das

Achsenskelet der Gorgoniden.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BERN

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

ALFRED SCHNEIDER

Tierarzt in Achenbach (Westfalen).

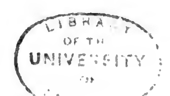
Hierzu zwei Tafeln.

Separat-Abdruck aus dem Archiv für Naturgeschichte Berlin 1905.

BERLIN 1905.

Nicolaische Verlags-Buchhandlung

R. Stricker.

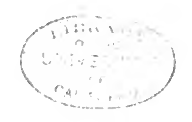


Von der philosophischen Fakultät auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Studer angenommen.

Bern, den 28. Oktober 1904.

Der Dekan:
Prof. Dr. C. Friedheim.

Seinem hochverehrten Lehrer
Herrn Prof. Dr. Theophil Studer
in Dankbarkeit gewidmet.



Das Achsenskelet der Gorgoniden.

Von

Alfred Schneider.

Vorliegende Arbeit wurde im Wintersemester 1903/04 und Sommersemester 1904 im zoologischen Institut der Universität Bern auf Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Th. Studer ausgeführt. Ich erfülle an dieser Stelle die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Studer für die gütige Überlassung des Materials und für das rege Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Über die Bildung des Korallenskelettes haben viele Zoologen Untersuchungen angestellt und das Resultat ihrer Forschungen in zum Teil bedeutenden Arbeiten niedergelegt. Namentlich hat sich über die morphologische Bedeutung der Achse der Holaxonier (*Axifera* nach v. Koch) ein langandauernder wissenschaftlicher Streit entsponnen, bei dem bald diese, bald jene Auffassung zur Anerkennung gelangte. Zum Verständnis dieser Frage ist es unumgänglich nötig, einen historischen Überblick über die verschiedenen Meinungen betreffs der Achsenbildung zu geben, was ich im Folgenden tue.

Während man im vorigen und zum Teil noch im Anfang dieses Jahrhunderts, die Korallen als Pflanzen ansah und ihre Skelette als dem Holze der Pflanzen gleichartige Bildungen betrachtete, kam man dann allmählich zu der Ansicht, daß die Korallen Tiere seien und man verglich ihre Skelette mit den Schalen der Muscheln oder auch mit den Nestern der Wespen. Ehrenberg (5) in seinen „Beiträgen zur Kenntnis der Korallentiere des roten Meeres“ (Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften, Berlin 1832) hielt das Achsenskelett für eine Ausscheidung des Ektoderms. So sagt er pag. 244 des oben zitierten Werkes: „Es gibt Korallentiere, die einen festen, nicht weiter organisierten Steinkern absondern, wie die rote Koralle (*Corallium rubrum*), und andere, die einen festen, nicht weiter organisierten Hornkern absondern, wie die Gorgonien u. s. w.“ Weiter fährt er pag. 245 fort: „Bei vielen achtstrahligen Tieren aber, den Isideen, Gorgonien, Pennatulinen, tritt noch eine dritte organische Tätigkeit auf, die innere Kalk- oder Hornabsonderung

als tote Achsenbildung". Pag. 251 sagt er in den Resultaten: „4) Die Achse der Korallen ist der tote Fuß der Tiere, nicht ihr Mark". Weiter pag. 252: „6) Der feste Kern der Koralle ist kein notwendiger Teil. Alle weichen und die meisten Steinkorallen sogar, haben keinen Kern, sondern obschon sie Kalk reichlich absondern und ein festes Steingerüst innen führen, so entsprechen doch ihre Substanzen nur den beiden äusseren Substanzen der Gorgonien-Rinde. Die Isideen haben einen Steinkern, die Gorgonien einen abgelagerten Hornkern ohne weitere Struktur; jener ist dem konzentrisch abgelagerten Steindeckel der einschaligen Mollusken, dieser dem konzentrisch abgelagerten Horndeckel der einschaligen und dem anhaftenden Byssus der zweischaligen vergleichbar. Daher kann er auch, wie bei den Pennatulinen, in besonderer Höhe einseitig frei sein". Dieser Theorie von der Ausscheidung der Achse durch das Ektoderm, schlossen sich auch Dana, Milne Edwards und Haime an. Milne Edwards (4) sagt in seinem Werke: „Histoire naturelle des coralliaires ou polypes proprement dits (Tom. I—III, Paris 1857—60) im I. Bd., pag. 7: „Cette espèce d'ossification peut porter sur le tissu dermique ou sur le tissu épidermique; elle peut donner lieu à un simple durcissement miliaire ou à une consolidation complète et continue. Ces différences dans les parties du système tégumentaire qui forment le sclérenchyme et dans le degré de dureté auquel elles atteignent, amènent dans le polypier des modifications sur lesquelles nous reviendrons en traitant du développement des coralliaires.

Le tissu épidermique ainsi modifié, constitue la partie extérieure du polypier que l'on a désignée sous le nom d'exothèque. Le tissu dermique donne naissance au scléroderme proprement dit". — Ferner pag. 33: „Tantôt le sclérenchyme épithelique se forme à la surface basilaire du tronc des polypes, tantôt il résulte de l'ossification des parties latérales ou des replis internes de cette même portion du corps. Dans ce dernier cas il est en connexion intime avec le sclérenchyme dermique et constitue, soit une lame continue qui l'enveloppe extérieurement, soit un tissu lâche, cellulaire ou vésiculeux, qui en remplit plus ou moins complètement les diverses cavités. Dans le premier cas, au contraire, le sclérenchyme épidermique se compose de couches lamellaires concentriques, plus ou moins fortement unies entre elles et dont l'ensemble représente une sorte de tronc ou d'axe solide de structure feuilletée, toujours très-distinct des tissus voisins".

Diese, sowie die oben angeführten Ausführungen Ehrenberg's, sind jedoch mehr oder weniger Behauptungen und Kombinationen, die weder durch genaue Beschreibung noch durch Abbildungen gestützt werden. Ich nehme daher mit Kölliker (16) an (Icones histologicae I. Heft, Leipzig 1865, pag. 164), daß diese Hypothesen „als der Ausdruck dessen erscheinen, was nach den bisher über Bau und Entwicklung der Achsen bekannten Tatsachen und aus einer Vergleichung derselben mit verwandt erscheinenden Zell-

gebilden (Muschel- und Schneckenschalen, Byssus, Gehäuse der Hydroidpolypen etc.) als das Wahrscheinlichste erschien".

Bald darauf veröffentlichte Lacaze Duthiers (3) seine vorzüglichen Untersuchungen über die Edelkoralle (*Corallium rubrum*) in seiner „Histoire naturelle du corail" (Paris 1864). Durch diese Arbeit wurde die Ehrenberg-Milne Edward'sche Theorie vom ektodermatischen Ursprung des Achsenskelettes vollständig gestürzt. Ich gebe daher die Darstellung von Lacaze Duthiers über die Achsenbildung wörtlich wieder: „Il suffit de prendre de très-jeunes zoanthodèmes, car très-rarement on trouve les premières traces de l'axe dans les oozoïtes, pour rencontrer, au milieu de l'épaisseur du sarcosome, plutôt en bas qu'en haut, des noyaux de substance pierreuse qui, tant mamelonnés, rappelent, par leur forme, une agglomération de spicules. La première impression qu'on éprouve en les voyant est qu'ils sont formés des spicules réunis et agglutinés.

Si l'on multiplie les recherches de manière à voir ce que deviennent ces noyaux, on s'aperçoit bien vite qu'ils font partie, quand leur nombre et leur taille sont suffisants, d'une sorte de lamelle soudée au rocher, qui s'èleve dans l'épaisseur des tissus du jeune animal. Ces lamelles, quand elles n'ont encore que quelques fractions de millimètre d'élévation sont planes et parfaitement perpendiculaires à la surface qui les porte; mais, pour peu que leur développment augmente, leurs extremités s'allongent de façon à leur faire décrire une combe ou demi-cercle, à les transformer en un fer à cheval, ordinairement plus élevé vers le milieu.

C'est là l'origine du polypier". Dann folgt weiter pag. 185 folgende Erwägung:

„Si l'épiderme seul, en se durcissant et se solidifant, fermait l'axe, la couche extérieure et inférieure, celle qui est accolée au rocher serait la première à paraitre, et le polypier devrait conséquemment commencer par être une leure circulaire étalée parallèlement à la surface qui lui sort de support: or rien de semblable ne se rencontre. Il faut donc que ce soit dans l'épaisseur même des parois du corps que se forment les agglomérations de spicules, et ces agglomérations sont certainement nées dans les tissus du sarcosome, bien avant, qu'il y ait la moindre trace d'adhérence; elles entrent plus tard dans la composition du polypier. Jamais on ne rencontre de lames calcaires au-dessous de l'animal, et, quand il en existe une, elle s'élève comme une muraille en se plaçant entre la cavité centrale et la surface extérieure".

Nachdem also so Lacaze Duthiers im Gegensatz zu Ehrenberg und Milne Edwards gezeigt hatte, daß die Achse der Edelkoralle (*Corallium rubrum*) durch Verschmelzen der in der Bindesubstanz entstandenen Spicula sich bilde, wurde allgemein für die Achsen der Alcyonarien eine solche mesodermatische Bildung angenommen. Namentlich trat Kölliker (16) in seinen Icones histologicae (II. Abt. I. Heft, Leipzig 1865) für eine solche Art der Achsenbildung für alle Gorgonaceen ein, da wie er sagte, diese

Achsen genau dieselben Beziehungen zum weichen Tierleibe wie bei *Corallium rubrum* hätten. So beanspruchte er einen mesodermatischen Ursprung der Skelettachse für die Melithaeaceen, indem er zeigte, dass bei *Melithaea* und *Mopsea* die harten Glieder der Achsen ganz und gar aus verschmolzenen Kalkkörpern bestehen, die nie und nimmer durch Verkalkung oder Ausscheidung eines Epithels entstanden sein könnten, da Epithelien nicht die Fähigkeit hätten, Kalkkörper zu erzeugen. Dann hält er weiter die Achsen gewisser Briareaceen und die Achsen der Sclerogorgiaceen für mesodermatische Bildungen, indem er zeigt, daß die Achse der Briareaceen durch und durch aus Hornsubstanz und verschmolzenen Kalknadeln bestehen. Da nun die in der Hornsubstanz sich befindlichen Kalknadeln nur in der Bindesubstanz des Cönenchyms sich entwickeln können, so könnte auch die Entwickelung der Hornsubstanz keine andere sein.

Betreffs der Achsen der Gorgoniden und Pennatuliden, kommt er (Icon. histologic. pag. 165) zu folgenden Schlüssen:

1. Manche Achsen dieser Abteilung schließen, wenn auch nur zufällig, im Innern vereinzelte Kalkkörper des Cönenchyms ein, was zu beweisen scheint, dass der Zusammenhang zwischen Cönenchym und Achse ein viel größerer ist, als man bisher anzunehmen geneigt war.

2. In der Tat habe ich auch nirgends als Begrenzung des Cönenchyms gegen die Achse eine Epithelschicht gefunden, wie sie doch dasein müßte, wenn die gang und gäbe Auffassung der Achsen die richtige wäre.

3. Scheinen die netzförmigen Verbindungen, die die Achsen vieler Gorgonien eingehen (*Rhipidogorgia* etc.) zu beweisen, daß diese Achsen innere Produktionen des Cönenchyms sind. Wenn nämlich Aeste verschmelzen, so verschmilzt erst das Cönenchym derselben und erst dann bildet sich eine Vereinigung der Achsen auf Kosten des Cönenchyms, wie man am besten daraus sieht, daß diese Achsenteile häufig viele Kalkkörper einschließen.

4. Der Bau der fraglichen Achsen ist derart, daß sie viel mehr an Bindesubstanz als an Cuticularbildungen sich anschließen, und erinnere ich vor allem 1. an die feinen Fasernetze im Zentralstrange und dem Schwammgewebe der Rinde bei vielen Gattungen mit hornigen Achsen, und 2. an den Bau der Weichteile der Pennatulidenachsen mit ihren feinen Fäserchen und sie durchsetzenden Radialfasern.

5. Endlich erwähne ich noch eine Tatsache, die im Allgemeinen zeigt, daß auch Hornsubstanz für sich allein im Innern eines Cönenchyms sich bilden kann. Bei *Alcyonium palmatum* (Taf. XII. Fig. 4) fand ich in einem Falle in den oberen Teilen des Stammes eine kurze Achse aus lamellöser Hornsubstanz, rings umgeben von der gewöhnlichen Bindesubstanz des Cönenchyms, eine Bildung, die sicher nicht auf eine Epithelialausscheidung zurückzuführen ist.“

Nach Kölliker (16) geht die Bildung der Achse folgendermaßen vor sich. Zunächst wird das Material, aus dem die Achse sich bildet, von den die Achse umgebenden Längs- und Ringgefäßen geliefert, sei die Achse nun aus gleichartiger Substanz oder aus Kalkkörpern gebildet. Die die Gefäße tragende Partie nennt Kölliker (16) die Innenhaut und er vergleicht diese Haut mit dem Periost der Knochen, mit der Scheide einer Fischschuppe oder eines Hornfadens einer Fischflosse, welch letztere Gebilde nach Kölliker (16) in Bau und Bildung die größte Analogie mit den Hornachsen der Polypen haben sollen und ebenfalls keine Epithelialausscheidungen sind.

Besteht die Achse aus Kalkkörpern, so geht ihr Längen- und Dickenwachstum in der Weise vor sich, daß sich neue Kalkkörper an den Enden und an der Oberfläche anlagern. Besteht die Achse aus weicher oder verkalkter Hornsubstanz, so soll der Vorgang des Wachstums im Wesentlichen derselbe sein. Bei den Gorgoniden ist nach Kölliker (16) der Zentralstrang der erstgebildete Teil der Achse, auf den nach und nach die Lamellen der Rinde sich ansetzen. Der Zentralstrang und überhaupt alle schwammigen Gebilde der Achsen sollen als gallertige Massen abgesondert werden, in denen dann nachträglich Erhärtungen entstehen, die als Fasernetze und faserige Platten auftreten.

Den Zentralstrang sieht Kölliker als ein für Flüssigkeiten permeables Gebilde an, das zur Ernährung der Achse beiträgt. Die Bildung einer Gorgoniden- oder Pennatulidenachse, sofern sie aus homogener Substanz besteht, geht im Großen so vor sich, wie es ein sich bildender Kalkkörper im Kleinen zeigt. Denn auch die Kalkkörper sind Ablagerungen in einer Bindesubstanz und zeigen einen lamellösen und in den Lamellen faserigen Bau, dazu sind sie keine Epithelausscheidnngen. Inwieweit diese Ausführungen und Schlüsse Kölliker's mit dem Resultate meiner Untersuchungen übereinstimmen, werde ich später zeigen.

Lacaze Duthiers (3), der schon früher, wie ich oben dargetan habe, nachgewiesen hatte, daß die Achse von *Corallium rubrum* durch Verschmelzen von Spicula entstände und nicht eine Ausscheidung des Ektoderms sei, zeigte auch, daß bei Gorgoniden mit zum Teil verkalkter Achse, so bei *Pterogorgia sulcifera Lam.*, sich die Spicula an der Bildung der Achse beteiligten, indem sie sich mit Hornschichten umlagern. (Lacaze Duthiers, Polypier des Gorgones, Acad. des sciences nat. Tom. III, 1868).

Einige Zeit später, im Jahre 1873. wies dann Studer (18) nach, daß auch bei *Gorgonia Bertoloni* Lmx., später *Eunicella gramminosa* genannt, die Spicula bei der Bildung der Achse beteiligt seien. Namentlich war hier die wachsende Spitze mit Kalkkörperchen erfüllt. Diese umgeben sich mit Hornlamellen, bleiben jedoch nur in seltenen Fällen erhalten, sondern werden meist resorbiert. Hierbei werden die Spicula klein, verlieren ihre Dornen und werden endlich durch Schwammgewebe ersetzt. (Studer,

über Bau und Entwickelung der Achse von *Gorgonia Bertoloni* Lmx., Berner Mitteilungen, Nr. 812—827, 1873/74).

Nachdem so durch die Arbeiten von Lacaze Duthiers, Kölliker und Studer der Nachweis erbracht war, daß die Achse keine ektodermale Ausscheidung, sondern mesodermatischen Ursprungs sei, trat v. Koch (8) wieder für die alte Ehrenberg-Milne Edward'sche Ansicht auf und suchte diese Theorie vom ektodermatischen Ursprung der Achse durch eine Reihe von Arbeiten zu beweisen. In seinen Mitteilungen über *Gorgonia verrucosa* Pall., (Morpholog. Jahrb. IV. Bd., 1878) wies er an *Gorgonia verrucosa* nach, daß die ganze Achse mit einem Epithel bis in die feinsten Verzweigungen hinein bedeckt sei. Er nennt dieses Epithel „Achsenepithel“ und schildert es als cylindrische, circa 0,03 mm hohe und 0,01 mm dicke Zellen, mit trübem krümeligen Inhalt, welche nur durch Behandlung mit Carmin-Essigsäure und Glycerin-Salzsäure, und dann auch nur selten, Kerne deutlich erkennen lassen sollen. Diese Zellen sitzen mit ihrer Basis, welche in der Regel etwas heller und durchsichtiger ist, der Innenseite der Bindesubstanz des Cönenchyms auf, stehen dicht gedrängt, ohne Lücken und berühren mit ihrem freien Ende die Hornachse. Nach den älteren Zweigen und Ästen zu soll das Epithel immer niedriger werden und zuletzt nur noch dünne, zwischen Horn und Bindesubstanz liegende Platten von körniger Struktur darstellen. In der Beschreibung des Achsenepithels kommt v. Koch (8) endlich, pag. 270, zu folgendem Schluss: „Daß diese Epithelzellen das Achsenskelett ausscheiden und letzteres nicht durch Verhornung der Bindesubstanz des Cönenchyms entsteht, ist nach dieser Beobachtung wohl kaum noch in Zweifel zu ziehen, zumal da die Bindesubstanz überhaupt gar nicht mit dem Achsenskelett in Berührung kommt.“

Ein solches Achsenepithel kann auch ich bestätigen, messe demselben jedoch eine ganz andere Bedeutung bei, wie ich an einer anderen Stelle genauer erläutern werde.

In seiner Schrift, „Das Skelet der Alcyonarien“ (Morpholog. Jahrbuch, III. Heft, IV. Bd., 1878), wies v. Koch (10) ferner das Achsenepithel nach, an *Muricea placomus* Ehr., *Isis elongata* Esp., *Primnoa verticillaris* Esp., *Pennatula rubra* Ellis., *Helisceptrum Gustavianum* Herkl und *Kophobelemnon* Leuckartii Köll.

Weiter hat v. Koch (9, 11) in seinen Arbeiten, „Über die Entwicklung des Kalkskelettes von *Asteroides calycularis* und dessen morphologische Bedeutung“, sowie in „Vorläufige Mitteilungen über die Gorgonien (*Alcyonaria axifera*) von Neapel und über die Entwicklung der *Gorgonia verrucosa*“, (Mitteilung. der zoolog. Station Neapel III. Bd. 1882) auf dieses Achsenepithel hingewiesen und für *Gorgonia verrucosa* gezeigt, daß das Achsenskelett von seinen ersten Anfängen an durch Ektodermzellen ausgeschieden und nachher vergrössert wird. In „Die Gorgoniden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte“ (XV. Monographie der Fauna und

Flora des Golfes von Neapel, 1887) beschrieb v. Koch (15) auch das Achsenepithel bei *Gorgonella sarmentosa* (Esp. Lam.), *Muricea chamaeleon* v. Koch, *Muricea placomus* Pall., *Bebryce mollis* Philippi, *Gorgonia* Cavolini, *Primnoa* Ellisii n. sp., *Isis elongata* Esper, also fast bei allen von ihm untersuchten Exemplaren.

Kurz vor Erscheinen der letzteren Arbeit erhielt v. Koch Kenntnis von Studer's (19) „Versuch eines Systems der *Alcyonaria*" (Archiv f. Naturgesch., 53, Jahrg. Bd. I, H. I) und sagt darüber in dem Nachtrag zur „Beschreibung der im Golf von Neapel aufgefundenen Gorgoniden", folgendes: „In der Einleitung deckt sich die Meinung des Verfassers hinsichtlich der Knospung mit den von mir in früheren Schriften bekannt gemachten Untersuchungen, deren Resultate ich hier zum Teil wiederholt habe, in der Hauptsache. Über die Art der Skelettbildung stellt er dagegen Hypothesen auf, die sich mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen durchaus nicht in Übereinstimmung bringen lassen, und auf welche ich nur dann einzugehen haben würde, wenn ihnen wirklich Tatsachen zu Grunde lägen. Eine Widerlegung scheint mir nicht in diese Monographie zu gehören".

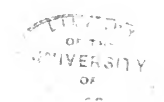
Diese Tatsachen, die v. Koch in der Arbeit von Studer vermißt, kann ich nun auf Grund meiner Untersuchungen bringen. Die v. Koch'sche Auffassung vom ektodermatischen Ursprung der Achse der Gorgoniden ist jetzt die herrschende und so ist sie auch in die Lehr- und Handbücher der Zoologie übergegangen, namentlich auch in das neue groß angelegte Sammelwerk der gesamten Zoologie von Yves Delage und Edgard Hérouard (1) (Traité de zoologie concrète par Yves Delage et Edgard Hérouard Tome II — 2me Partie, Paris 1901). Verfolgt man aber die von mir gegebene historische Übersicht über die verschiedenen Theorien, so kommt man zu der Überzeugung, daß auch heute noch die Entstehung der Korallenachse ebensowenig aufgeklärt ist als wie vor dem Erscheinen der v. Koch'schen Arbeiten. Für v. Koch sprechen die alten Autoren Ehrenberg und Milne-Ewards; ihre Darstellungen von der Bildung der Achse sind jedoch, was ja auch v. Koch selbst zugibt, nur als Hypothesen und Kombinationen anzusehen. Gegen v. Koch sprechen Lacaze-Duthiers, Kölliker, Studer und v. Heider, wie ich nachher noch zeigen werde, die alle gewichtige Gründe gegen die v. Koch'sche Auffassung ins Feld führen. Letztere steht oder fällt mit dem Sein oder Nichtsein des sogenannten Achsenepithels, das allein als das die Achse erzeugende Gebilde von v. Koch angesehen wird. Kölliker (16) hat dieses Achsenepithel gar nicht gesehen, wie ich gezeigt habe, Studer (19) hat es zwar gesehen, faßt es aber nicht als ektodermatisches Epithel auf. Auch v. Heider (6) (Die Gattung *Cladocora* Ehrenberg, Sitzungsberichte der K. Acad. d. Wissenschaft., Wien, LXXXIV Bd., I. Abt., 1881) tritt für die mesodermatische Entstehung der Korallenachse ein.

So kann denn der Forscher im Jahre 1904 sagen, ebenso wie es v. Koch im Jahre 1882 in seiner „Morpholog. Bedeutung des

Korallenskeletts" (Biolog. Centralbl. II. Bd., 1882/83, pag. 513) tut: „Heute findet man in allen Hand- und Lehrbüchern unseren Gegenstand fast ganz übereinstimmend dargestellt, und es scheint darnach, als sei derselbe so erschöpfend bearbeitet, daß die Hauptfragen kaum einer Revision bedürften und höchstens in den Details noch etwas nachzutragen wäre. — Die Sache erscheint aber in einem ganz anderen Lichte, wenn man sich nach den grundlegenden Arbeiten der so allgemein anerkannten Theorien etwas genauer umsieht" u. s. w.

Zu meinen Untersuchungen benutzte ich gut in Alkohol konservierte Exemplare von *Eunicella* Cavolini, *Eunicella profunda*, *Gorgonella sarmentosa* Pall, *Telesto arborea* Stud. und *Isidella elongata* (Esp.) Koch.

Eunicella Cavolini und *Eunicella profunda* sind von Herrn Prof. Dr. Studer im Golf v n Neapel gesammelt, gut konserviert und in genügender Menge vorhanden. Diese Arten genauer zu beschreiben, halte ich nicht für nötig, da sie schon von v. Koch in „Die Gorgoniden des Golfes von Neapel" eingehend geschildert sind. Immerhin will ich, der besseren Übersicht wegen, kurz die Hauptsachen bezüglich des Baues angeben. Betreffs der Namen möchte ich anführen, daß die beiden erwähnten Spezies ursprünglich den Namen *Gorgonia* hatten und so von v. Koch noch die drei im Golf von Neapel vorkommenden Eunicellaarten als *Gorgonia* Cavolini, *Gorgonia verrucosa* und *Gorgonia profunda* beschrieben wurden. Verrill, Notes on Radiata, Connect. Acad. Vol. I. pag. 384, führte für *Gorgonia* den Namen *Eunicella* ein und wies darauf hin, daß *Eunicella* den Plexauriden näher stehe als der Gattung *Gorgonia* Kölliker's und so hat er *Enicella* auch später mit den Plexauriden vereinigt (Am. Jorn. Sc. XLVIII, 1869). Diesem Vorgehen schloss sich Studer (19) in seinem System der Alcyonarien an. Delages verwendet dagegen noch in seinem Sammelwerk den Namen *Gorgonia*. — *Eunicella* Cavolini wird gefunden im Mittelmeer und an der Westküste von Afrika bis zum Kap der guten Hoffnung. Sie bewohnt meist nur geringe Tiefen und tritt in der Form von stark verzweigten Büschen auf, deren Höhe 10—50 cm beträgt.. Die Äste nd Zweige sind in einer Ebene ausgebreitet. Die Form der Büsche ist meist elliptisch; sie sind auf ihrer Unterlage, hauptsächlich Felsen, mit einer Basalplatte aufgewachsen. Die Polypen sindbei jüngeren Zweigen zweireihig angeordnet. Diese Reihen stehen sich gegenüber und lassen die den Flächen der Büsche entsprechenden Seiten der Zweige frei, sodaß letztere etwas abgeplattet erscheinen. An den dickeren Ästen und am Stamme sind die Polypen nicht so regelmäßig angeordnet. An konservierten Exemplaren sieht man von den Polypen nur ein kleines warzenförmiges Gebilde aus dem Cönenchym hervorragen; es ist der Kelch, in dem sich die weichen Polypen beim Tode zurückgezogen haben. Der Kelch ist regelmäßig achtlappig und erhält ebenso wie das Cönenchym durch Anhäufung von spindel- und



keulenförmigen Spicula ein festes Gefüge. Die Farbe der *Eunicella* Cavolini ist nach v. Koch (Beschreibung der im Golf von Neapel aufgefundenen Gorgoniden) ein zartes, schönes Mennigrot bis Gelbrot. Diese Farben sind jedoch nur im Cönenchym, nicht in den Spicula, enthalten, so daß der Farbstoff bei konservierten Exemplaren sich auflöst und diese eine schmutzig-weiße Färbung annehmen. Die Achse ist elastisch, namentlich an den jüngeren Zweigen. Ihre Farbe ist an den dickeren Zweigen und Ästen, sowie am Stamm braun bis schwarz, an den jüngeren Zweigen gelb. Die Achse ist, mit Ausnahme des Zentralkanals, der aus dünnen, übereinandergeschichteten Hornblättchen besteht, dicht und fest. Das Cönenchym ist ziemlich stark entwickelt und überzieht das Skelett gleichmäßig. Bei in Alkohol konservierten Exemplaren fühlt sich das Cönenchym derb und etwas rauh an, während es bei lebenden Tieren weich ist. Im Cönenchym finden sich in großer Zahl spindelförmige, mit Höckern versehene Spicula, während dieselben an der Oberfläche eine keulenförmige Gestalt annehmen und dicht neben einander liegen. Sie stehen mit ihrem kolbigen Ende nach außen, während das spitze, senkrecht zur Achse, nach innen steht. Sie sind gewissermaßen pallisadenartig angeordnet und bilden so einen ausgezeichneten Schutz gegen äußere mechanische Eingriffe. Die Ernährungsgefäße sind gewöhnlich in der Achtzahl vorhanden und zwar laufen acht größere Gefäße der Länge nach in der Rinde nahe an der Achse, während acht dünnere zwischen ihnen etwas mehr nach der Peripherie hin verlaufen. Diese Längsgefäße stehen unter einander und mit den Polypenhöhlen in Verbindung und sind in ihrem Inneren mit einer Lage von Entodermzellen ausgekleidet. Dies möge zur oberflächlichen Orientierung genügen; betreffs des feineren histologischen Baues sowie der Entwicklung und Fortpflanzung von *Eunicella* Cavolini, verweise ich auf das oben zitierte Werk von v. Koch.

Eunicella profunda stimmt im allgemeinen mit *Eunicella* Cavolini überein, so sind insbesondere auch die spindel- und keulenförmigen Spicula bei beiden Spezies gleich geformt. Unterschiede sind nur in der Farbe vorhanden, auch sind die Polypen nicht so regelmäßig wie bei *Eunicella* Cavolini angeordnet. Die Größe eines Busches von *Eunicella profunda* kann nach v. Koch bis 1 m betragen. Verschmelzungen der Zweige habe ich häufig gefunden, wie überhaupt diese Verwachsungen viel häufiger vorkommen wie bei *Eunicella* Cavolini. Dies rührt wohl daher, daß die Zweige bei *Eunicella profunda* viel zarter und biegsamer sind als bei *Eunicella* Cavolini, so daß sie eher verschiedene Lagen annehmen und so sich leichter berühren können. Die Farbe der Rinde ist ein schwaches, oft schmutziges, nicht bei allen Stücken ganz gleichmäßiges Gelbrot oder Fleischrot. Diese Farbe geht aber ebenfalls wie die von *Eunicella* Cavolini beim Trocknen oder Conservieren in Flüssigkeiten verloren, da sie nur an das Cönenchym und nicht an die Spicula gebunden ist. *Eunicella profunda* bewohnt, wie

schon der Name sagt, größere Tiefen und ist daher nicht so leicht zu erhalten wie *Eunicella* Cavolini.

Von der Familie der *Gorgonellidae* habe ich *Gorgonella sarmentosa* Pall. aus dem Golf von Neapel untersucht. Das vorzüglich konservierte Exemplar hat eine Höhe von ca. 40 cm, während der Stamm in der Nähe der Fußplatte einen Durchmesser von 8 mm hat. Nach v. Koch (Beschreibung der im Golf von Neapel aufgefundenen Gorgoniden) kann die Höhe eines Busches sogar 1 m betragen bei einer Flächeneinnahme von 1 qm. Die Endzweige sind sehr zart und dünn Die Farbe der Rinde variiert im allgemeinen zwischen rot und gelb. Das von mir untersuchte Exemplar hat eine schmutzigrote Farbe, die nach den jüngeren Zweigen hin schön rot wird.

Die Farbe bei *Gorgonella sarmentosa* ist jedoch konstant; sie bleibt sowohl bei getrockneten als auch in Flüssigkeiten konservierten Exemplaren vollständig erhalten, da sie ebenso wie bei *Corallium rubrum* an die Spicula gebunden ist. Dies sieht man am besten an in Säuren entkalkten Stücken. Beim Auflösen der Kalkspicula, fällt zugleich die rote Farbe aus und setzt sich als feines rotes Pulver am Grunde des Gefäßes ab, während das entkalkte Stück eine gelblich-weiße Farbe annimmt. Die Polypen sind weiß mit rot oder gelb, im toten Zustande sind sie jedoch in den Kelch zurückgezogen, so daß man bei konservierten Exemplaren nur warzenförmige Erhebungen, den Kelch, sieht. Die Fußplatte ist von verschiedener Größe und Gestalt und der Unterlage, die aus festem Gestein besteht, angesetzt Die Aeste verzweigen sich nicht wie bei *Eunicella* in einer Ebene. Die Achse ist sehr spröde, was durch ihren Kalkgehalt bedingt ist. Der Achsenkanal ist eng und erscheint als dunkler, bei auffallendem Licht als weißer Faden. Das Cönenchym ist glatt, jedoch nur sehr schwach entwickelt. Es ist von vielen Spicula durchsetzt, die eine kurze spindelförmige Gestalt haben und denen dann größere Warzen aufsitzen, die wieder mit kleinen Höckerchen versehen sind. Die Farbe der Spicula ist meist lebhaft karminrot oder gelb, daneben habe ich auch in einzelnen Präparaten grünlich-gelb gefärbte Kalkkörperchen gefunden. Außerdem gibt es auch farblose Spicula, die jedoch in geringer Zahl vorhanden sind. Die Ernährungsgefäße sind ebenfalls wie bei Eunicella in der 8 Zahl vorhanden und kommunizieren unter einander und mit den Polypenhöhlen. Ausgekleidet sind diese Kanäle mit kubischen Entodermzellen. Die Ernährungsgefäße sind jedoch nicht so regelmäßig angeordnet wie bei *Eunicella*. Die Polypen sind an den dünnen Zweigen regelmäßig angeordnet und zwar stehen sie in zwei Längsreihen, mehr oder weniger dicht, einander gegenüber. An den dickeren Zweigen tritt dagegen eine Vermehrung der Reihen auf, auch sind die Polypen dann nicht mehr so regelmäßig angeordnet. Am Polypen lassen sich deutlich zwei Teile unterscheiden, ein fester basaler Teil, der Kelch, der eine Fortsetzung des Cönenchyms ist, und ein weicher, in den

Kelch zurückziehbarer Teil, der eigentliche Polyp. Zieht sich letzterer auf Reiz in den Kelch zurück, so schließt sich dieser bis auf eine schmale Längsspalte über ihm; diese Längsspalte ist im allgemeinen parallel der Längsachse des Astes oder Zweiges gestellt. An der Basis des Polypen, im Kelche, treten die Spicula in großer Zahl auf und stehen dann dicht neben einander. Sie werden länger und erhalten größere Fortsätze, so daß sie, häufig in Verbindung mit Horn, einen dichten Wall um den Polypen herum bilden (siehe Taf. VI, Fig. 16). Als Aufenthaltsort liebt *Gorgonella* größere Meerestiefen.

Betreffs des histologischen Baues, soweit ich nicht bei Schilderung der Achsenbildung später darauf zurückkomme, verweise ich wieder auf v. Koch's Beschreibung der im Golf von Neapel aufgefundenen Gorgoniden.

Von der Familie *Isidae* habe ich *Isidella elongata* (Esp.) Koch. untersucht. Diese im Golf von Neapel vorkommende Art, wurde zuerst von v. Koch untersucht und nach ihrem Fundort benannt. Leider stand mir kein ganzer Busch, sondern nur Stücke eines solchen, die aber gut konserviert waren, zur Verfügung. Ich werde daher, namentlich soweit Größenverhältnisse und allgemeiner Habitus in Frage kommen, der von v. Koch (13) in seiner „Anatomie von *Isis Neapolitana nov. spec.*“ (Morpholog. Jahrbuch Bd. IV. 1878) gegebenen Beschreibung folgen.

Isis Neapolitana bildet vielfach verzweigte, aber wegen der Dünnheit und Länge der Aeste und Zweige doch nicht sehr dichte Büsche von 20—100 cm Höhe. Dieselben sitzen mittelst einer Kalkplatte (Rhizom), die unregelmäßig verzweigt erscheint und an ihrer Oberfläche, welche gerippt ist, ursprünglich von Cönenchym überzogen ist, auf Felsen fest. Im Mittelpunkt des Rhizoms erhebt sich der bei den größeren Büschen ca. 4 mm dicke Stamm, welcher von einer gewissen Höhe an sich mehr oder weniger, häufig dichotomisch scheinbar verästelt und an den Aesten und Zweigen die weißgrau gefärbten Polypen trägt. Bei jungen Büschen ist das ganze Achsenskelett, sowie auch die Fußplatte mit Cönenchym und Polypen bedeckt. Bei den älteren Exemplaren dagegen erscheint sowohl der Stamm, als auch die größeren Aeste von demselben entblößt und es bleibt von ihnen nur das nackte Skelett übrig. Dies ist aus weißen Kalkcylindern, sogenannten Nodien zusammengesetzt, welche durch hornige Zwischenglieder (Internodien) mit einander verbunden sind. Die Kalk- und Hornglieder nehmen nach den Spitzen der Zweige zu natürlich sehr an Länge und Dicke ab. Die so aus Nodien und Internodien zusammengesetzte Achse wird der Länge nach von einem Zentralkanal durchzogen. Die Polypen, die im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Arten frei aus dem Cönenchym herausragen, sind ziemlich gleichmäßig über die Zweige verbreitet und zweigen sich fast rechtwinklig zu der Achse ab, biegen sich aber dann nach oben und kommen so beinahe parallel zu derselben zu stehen. Die Verästelung geschieht in der Weise,

daß die jungen Zweige immer aus den Internodien hervorsprossen, doch tritt dabei die ursprüngliche Achsenhöhle nie in den neugebildeten Zweig ein, sondern dieselbe wird durch eine Reihe von konzentrischen Hornringen von demselben getrennt und seine eigene Achsenhöhle entsteht unabhängig von der alten. Das Cönenchym besteht aus Bindesubstanz, in dem die Ernährungsgefäße verlaufen und aus dem Ektoderm. Das Cönenchym ist jedoch bei *Isis Neapolitana* nur sehr mäßig entwickelt. Die Ernährungsgefäße verlaufen parallel mit der Achse und bilden, auf Querschnitten gesehen, 2 konzentrische Kreise. Der innere Kreis wird von kleinen Gefäßen gebildet, die in den Furchen des Achsenskeletts liegen, während der äußere Ring von größeren Ernährungskanälen zusammengesetzt wird, so daß sich die einzelnen Kanäle beinahe berühren. Diese kleineren und größeren Kanäle, die unter einander und mit den Polypen in Verbindung stehen, sind mit rundlichen Entodermzellen ausgekleidet. An den Stellen, wo Polypen aus den Kanälen hervorgehen, bilden sich eine große Anzahl Spicula, die denjenigen des Cönenchyms gleichen. Obwohl also kein eigentlicher Kelch vorhanden ist, in den sich die Polypen zurückziehen können, so dienen diese eben erwähnten Spicula gewissermaßen zur Stütze und zum Schutze der Polypen.

Zur Prüfung, wie die Achsenbildung bei den *Alcyonarien* geschieht, habe ich *Telesto arborea* Stud., die zu den *Cornularidae* gehört und aus Singapore stammt, untersucht. Die Kolonie von *Telesto* besteht aus langen durch Stolonen verbundenen Polypen, deren Wandung verdickt und mit Spicula und Hornsubstanz angefüllt ist, so daß die Polypen eine starre Röhre darstellen. Diese axialen Polypen, wie man sie nennen kann, haben an ihrem Ende einen Mund, der von Tentakeln umgeben ist und eine lange Verdauungshöhle, in die sich die acht Mesenterialfalten fortsetzen. An der Wandung dieser langen Polypenröhren sitzen Polypen mit kurzen Leibeshöhlen, von deren blindem Ende ein System von Kanälen abgeht, das sich in der Wand der axialen Polypen verzweigt, um schließlich in den Verdauungsraum derselben einzumünden. Manchmal entwickeln sich aber auch die Seitenknospen zu langen Polypen, die eine verlängerte Verdauungshöhle besitzen und wieder kleine laterale Polypen erzeugen können. Die Verdauungshöhle dieser primären und sekundären axialen Polypen wird durch die Mesenterialfalten in einen zentralen Hohlraum und acht radiäre Fächer differenziert. Der zentrale Hohlraum wird später aus statischen Gründen von einer epithelüberzogenen Achse ausgefüllt, während sich die radiären Fächer mit Epithel auskleiden und Längskanäle darstellen. Das von mir untersuchte Exemplar von *Telesto* war am Grunde von einem parasitierenden Kieselschwamm überzogen und zum Teil angefressen, wie ich nachher noch zeigen werde.

Von diesen soeben kurz beschriebenen Arten fertigte ich zur mikroskopischen Untersuchung teils Längs- und Querschnitte, teils

Schliffe an. Und zwar untersuchte ich von *Eunicella* Cavolini, *Eunicella profunda* und *Gorgonella sarmentosa* vorzugsweise wachsende Spitzen, denn da hier die Achse im Entstehen begriffen ist, läßt sich am besten ihre Zusammensetzung und die Art des Wachstums studieren. Um aber festzustellen, ob die Achse bei Zweigbildung sich durch Teilung der vorhandenen Hauptachse bildet, oder dadurch, daß in dem Zweige sich die Achse selbständig bildet und dann auf die Hauptachse aufstößt, benutzte ich auch solche Teile der Korallen, an denen eine Verzweigung der Aeste stattfand. Die Schnitte wurden teils von entkalktem, teils von unentkalktem Material angelegt. Während sich die Schnitte von entkalkten Stücken, wenn die Hornachse nicht zu stark entwickelt ist, verhältnismäßig leicht anfertigen lassen, begegnet man beim Schneiden von unentkalkten Korallen häufig so viel Schwierigkeiten, daß man gezwungen ist, Schliffe anzulegen. Beim Anfertigen dieser Korallenschliffe habe ich zwei Methoden angewandt. Die erste Methode besteht darin, daß man ein vorher in Xylol aufgehelltes Korallenstück auf einem feinen Sandstein (Abziehstein) unter Wasserzusatz auf beiden Seiten gleichmäßig abschleift. Diesen Schliff färbt man dann nach vorsichtiger Säuberung von den anhaftenden Schleifpartikelchen, in einer Farbflüssigkeit, in meinem Falle in Haemalaun, und bettet ihn in Canadabalsam ein. So ist z. B. der Schliff von *Eunicella profunda* auf Tafel V, Fig. 2 in dieser Weise angefertigt. Der Nachteil bei dieser Art des Schleifens ist der, daß erstens mal sehr leicht das die Achse umgebende Cönenchym losbricht und daß man sich zweitens nicht gut darüber orientieren kann, ob der Schliff eine genügende Durchsichtigkeit erlangt hat oder nicht. Der auf Tafel V, Fig. 2, wiedergegebene Schliff ist allerdings zu meiner größten Zufriedenheit ausgefallen. Die zweite Methode ist mir von Herrn Prof. Dr. Studer angegeben und ich kann sie nur als gut empfehlen, wie sie sich ja auch für brüchige Knochenschliffe gut bewährt hat. Zur Anfertigung eines Schliffes nach dieser Methode bringt man das zu schleifende Objekt zur Aufhellung in Xylol oder wenn man auf Färbung Wert legt, vorher in eine Farbflüssigkeit und dann in Xylol. Darauf bettet man das so präparierte Stück in dickflüssigen Kanadabalsam, den man am besten auf einen Objektträger aufträgt, ein, und wartet so lange, bis der Kanadabalsam vollständig erstarrt ist, sodaß er eine steinharte Masse bildet. Da der Kanadabalsam zum vollständigen Erstarren jedoch immer einige Zeit gebraucht, so ist es am besten, wenn man ihn vorher auf einem Objektträger erwärmt, das zu schleifende Objekt hineinbringt und den Kanadabalsam möglichst rasch abkühlt, was am besten dadurch geschieht, daß man den Objektträger auf eine Metallplatte legt. Als Schleifmasse habe ich feinen Schmirgel mit Oel vermischt, und auf einen glatten Stein aufgetragen, benutzt. Nachdem man das zu schleifende Stück auf der einen Seite genügend abgeschliffen hat, reinigt man es, erwärmt den Objektträger leicht, sodaß der Kanadabalsam flüssig wird und

bettet den Schliff um. Nachdem man auch diese Seite genügend abgeschliffen hat, reinigt man das Präparat von dem anhaftenden Oel und Schmirgel in Chloroform oder Aether und untersucht es unter dem Mikroskop auf seine Durchsichtigkeit hin. Ist der Schliff dünn genug, so erwärmt man den Kanadabalsam wieder leicht und legt ein Deckglas auf. Diese Methode hat den Vorteil, daß das zu schleifende Objekt gut eingebettet ist, sodaß sich keine Teile loslösen und daß, was nicht zu unterschätzen ist, man sich jederzeit von der Durchsichtigkeit des Schliffes unter dem Mikroskop überzeugen kann. Ich habe mit dieser Methode recht schöne Bilder erhalten.

Ueber das Entkalken von Korallen findet man in der Literatur nur wenig angegeben. v. Heider (6) (Die Gattung *Cladocora* Ehrenberg., Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 84. Bd., 1881) hat zum Entkalken von Korallen Citronensäure, sowie Salz- und Salpetersäure benutzt. Er zieht jedoch Citronensäure den übrigen Mineralsäuren vor, da sie wie alle Pflanzensäuren viel milder wirke als diese. Mir scheint jedoch das Entkalken mit Citronensäure recht umständlich zu sein, da man, um zu vermeiden, daß sich das zu entkalkende Korallenstück mit einer Schicht von schwer löslichem citronensauren Kalk überzieht, welche die weitere Entkalkung sehr verlangsamt, die Citronensäure fortwährend durch Einblasen von Luft oder auf andere Weise beständig in Bewegung halten muß. Ich habe zum Entkalken 10 % Salpetersäure, schweflige Säure und verdünnte Salzsäure gebraucht. Dem Vorwurf von v. Heider, daß Salpetersäure, wenigstens in der Verdünnung, in der ich sie gebraucht habe, das zarte Gewebe sehr verändere, kann ich nicht beistimmen. Dagegen habe auch ich gefunden, daß Salzsäure zu stürmisch wirkt und leicht das Gewebe zerreißt. Schweflige Säure in gesättigter Lösung wirkt aber sehr milde und dabei rasch, sodaß ich sie sehr zum Entkalken von Korallen empfehlen kann, wie sie ja auch mit bestem Erfolge immer mehr zum Entkalken von Knochen angewandt wird.

Nach dem Entkalken werden die Präparate zum Härten in Alkohol von aufsteigender Konzentration und darauf zum Aufhellen in Xylol gebracht, worauf ihre Einbettung in Paraffin erfolgt. Ich habe gefunden, daß Paraffin von möglichst hohem Schmelzpunkt sich am besten als Einbettungsmasse eignet. v. Heider macht zwar dem Paraffin den Vorwurf, daß die in ihm eingebetteten Schnitte bei dem Auflösen des Paraffins sofort durch einander schwimmen, ich kann dies aber durchaus nicht bestätigen, glaube vielmehr, daß dies auf das mangelhafte Aufkleben der Schnitte zurückzuführen ist, auf das ich nachher noch zu sprechen kommen werde. Während bei dieser Methode des Härtens und Einbettens immerhin 6—7 Tage vergehen, wandte ich durch eine in der Berliner Tierärztlichen Wochenschrift No. 47, Jahrgang 1903, enthaltene Notiz aufmerksam gemacht, das von Gutmann und Lubarsch angegebene Verfahren der Schnelleinbettung an, das bereits in 1½ Stunden zum Ziele führt. Das Verfahren ist kurz zusammengefaßt folgendes:

Verfahren	
1. Einlegen in 10 % Formalin bis 5 Minuten 2. Uebertragen in 95 % Alkohol bis 5 Minuten 3. Uebertragen in absoluten Alkohol bis 10 Minuten (einmal wechseln) 4. Uebertragen in Anilinöl, bis zur vollkommenen Durchsichtigkeit, 15 bis 20 Minuten	im Brutschrank bei 50 bis 52°.
5. Xylol zwei- bis dreimal wechseln, ca. 15 Minuten 6. Paraffin, 10 Minuten bis 1/2 Stunde, je nach Größe der Stücke.	im Brutschrank bei 58 bis 60°.

Alsdann Gießen der Blöcke zum Schneiden. Ich habe mit dieser außerordentlich einfachen Methode gute Resultate gehabt. Zuweilen allerdings schien es mir, als ob die so gehärteten und eingebetteten Präparate etwas spröder als die auf die alte Methode vorbereiteten gewesen wären. Der Unterschied ist jedoch, wenn überhaupt vorhanden, so gering, daß er gegenüber der Kürze und Einfachheit des Verfahrens gar nicht in die Waagschale fällt. Diese Methode ist auch von anderen Kollegen im Zoologischen Institut erprobt worden und kann nur als empfehlenswert bezeichnet werden.

Zum Aufkleben der Schnitte auf den Objektträger benutzte ich destilliertes Wasser und Glycerin-Eiweiß. Während dünne Schnitte von entkalkten Korallen sich mit destilliertem Wasser sehr gut aufheften und alle Manipulationen bis zum Einbetten in Kanadabalsam vorzüglich überstehen, ist dies mit dickeren Korallenschnitten, namentlich von unentkalktem Material, häufig nicht der Fall. Die in den Schnitten enthaltene spröde Achse und Spicula legen sich dem Objektträger nicht fest an und man kann erleben, daß einzelne mit großer Mühe hergestellten Schnitte beim Fixieren oder Färben sich loslösen und auf den Boden des Gefäßes fallen. Ich ziehe daher für dickere Korallenschnitte das Aufkleben mit Glycerin-Eiweiß dem Aufkleben mit Wasser vor. Bei dünnem Auftragen des Glycerin-Eiweißes ist ein Mitfärben desselben absolut nicht zu befürchten und man hat die Garantie, daß kein Schnitt verloren geht. Setzt man die Schnitte den Dämpfen eines Wasserbades aus oder erwärmt man den Objektträger leicht bis zum Schmelzen des Paraffins, so strecken sich die Schnitte aus, sodaß etwaige beim Schneiden entstandene Faltenbildungen sich ausgleichen und die Schnitte wie mit Wasser aufgeklebte sich präsentieren. Zudem hat das Aufkleben mit Eiweiß den Vorteil, daß man rascher arbeitet, da man die Schnitte nach dem Schmelzen des Paraffins direkt in Xylol bringen kann, während mit Wasser aufgeklebte Schnitte erst ca. 24 Stunden liegen bleiben müssen, bevor das Wasser verdunstet ist und die Schnitte fest aufkleben.

Als Färbemethode wandte ich fast nur die Schnittfärbung an. Als Tinctionsmittel benutzte ich wässerige Haemalaunlösung (nach Mayer) und zur Kontrastfärbung Haemalaun und Eosin. Ich fand,

daß die Schnitte 20 Minuten in Haemalaunlösung belassen, ausgezeichnete Bilder abgaben. Während das Horn der Achse seine gelbe Farbe behielt, wurden die Spicula braunrot, das übrige Cönenchym und die Polypen blau gefärbt. Bei Kontrastfärbung blieb das Bild im wesentlichen dasselbe, nur daß die Hornmassen eine schön rosarote Färbung annahmen. Zur Kontrastfärbung wurden die Schnitte nach der 20 Minuten langen Färbung in Haemalaun noch etwa 2 Minuten in Eosin gebracht.

Wenden wir uns nun zunächst noch einmal den von den verschiedenen Forschern aufgestellten Theorien über die Achsenbildung bei Korallen zu.

Schon bei Beginn meiner Arbeit habe ich dargetan, daß die Ehrenberg-Milne Edward'schen Theorien von der ectodermatischen Bildung der Achse nur als Behauptungen und Kombinationen aufzufassen sind, die weder durch genaue Beschreibung noch durch Abbildungen gestützt werden. — Lacaze Duthiers (2, 3) hingegen, der für einen mesodermatischen Ursprung der Achse eintrat, hat an *Corallium rubrum* und an *Pterogorgia sulcifera* Lam., namentlich aber an der ersteren mit „beweisender Schärfe" wie selbst von Koch zugeben muß, durch genaue Beschreibungen und Abbildungen gezeigt, daß die Achse durch Verschmelzung der Spicula entsteht, also mesodermatischen Charakter hat.

Kölliker (16) schloß sich der Ansicht Lacaze Duthiers vollständig an und stellte zur weiteren Stütze dieser Ansicht fünf Sätze auf, die das Resultat seiner Forschungen bildeten. So machte er darauf aufmerksam, daß manche Achsen der Gorgoniden und Pennatuliden, wenn auch nur zufällig, Kalkkörper des Cönenchyms einschlössen, was zu beweisen schiene, daß der Zusammenhang zwischen Cönenchym und Achse ein recht inniger sei. Diese Beobachtungen von Kölliker kann ich nicht nur bestätigen, sondern ich gehe soweit, zu behaupten und kann dies durch Abbildungen dartun, daß die Achsen der *Alcyonacea* und *Gorgonacea* in der Hauptsache durch Spicula gebildet werden, was ich im späteren Verlauf meiner Arbeit noch genauer beschreiben werde. Eine Epithelschicht, die die Achse vom Cönenchym trennt und die später von von Koch „Achsenepithel" genannt wurde, hat Kölliker nicht gesehen. Das ist allerdings ein Versehen Kölliker's, was wohl auf das Alter des Materials, das er bearbeitet hat, zurückzuführen ist. Ein Achsenepithel habe ich nämlich in vielen Fällen gefunden und nehme an, daß es bei allen Korallen vorhanden ist. Kölliker (16) zeigt ferner und belegt es auch mit einer Abbildung (Icon. histologicae Taf. XII, Fig. 4), daß auch Hornsubstanz inmitten des Cönenchyms für sich allein sich bilden kann, sodaß sie nicht auf eine Epithelausscheidung, und er denkt hier wohl vorzugsweise an das Achsenepithel, zurückzuführen ist. Dieses interessante Vorkommnis, das Kölliker bei *Alcyonium palmatum* einmal beobachtet hat, habe ich bei *Gorgonella sarmentosa* ebenfalls einmal, dagegen häufig bei *Eunicella* gefunden (siehe Taf.VI, Fig. 16 und 17).

Fig. 16 stellt einen Polypen von *Gorgonella sarmentosa* Pall. im Längsschnitt getroffen, dar. Am Grunde des Kelches hat sich mit Hülfe von Spicula, die, wie man an den helleren Stellen in der Hornsubstanz sieht, noch nicht ganz durch Horn ersetzt waren und deshalb beim Entkalken sich auflösten, eine Hornmasse, ähnlich der der Achse gebildet. Diese Pseudoachse, wie ich sie nennen möchte, steht jedoch in keinem Zusammenhang mit der eigentlichen Achse, die tiefer liegt, jedoch in der Figur nicht angegeben ist. Fig. 17 gibt einen Schnitt von einem unentkalktem Stück von *Eunicella* Cavolini wieder. Hier zeigt sich rings vom Cönenchym umgeben ohne Zusammenhang mit der Achse, ein achsenähnliches Gebilde, das deutlich eine Marksubstanz (m) und eine Rindensubstanz unterscheiden läßt. Derartige Hornmassen inmitten des Cönenchyms habe ich häufig auf Längs- und Querschnitten bei *Eunicella* gefunden und zwar ganz unregelmäßig in den Präparaten zerstreut, ohne jeden Zusammenhang mit der Achse. Weiter sieht Kölliker das Verhalten der Achse bei netzförmigen Verbindungen der Kolonie und den histologischen Bau der Achsen der Gorgoniden und Pennatuliden als für den mesodermatischen Ursprung der Achse sprechend an. Für einen solchen Ursprung der Achse trat denn auch Studer (18) ein. So zeigte er, wie ich schon früher erwähnt habe, an *Gorgonia* Bertoloni, daß die wachsende Spitze mit Spicula erfült sei, die sich mit Hornscheiden umgäben und nach und nach resorbiert würden. Dann stellte Studer (19) in seinem Versuch eines Systems der *Alcyonaria* (Arch. f. Naturgesch., 53. Jahrg.) eine Theorie bezüglich der Achsenbildung auf, die der von von Koch vollständig widersprach. von Koch hatte nämlich inzwischen die alte Ehrenberg-Milne Edward'sche Theorie von der ektodermatischen Bildung der Achse wieder aufgegriffen und weiter ausgebaut. Als Hauptbeweis für seine Theorie galt für ihn der Nachweis des Achsenepithels. In der historischen Uebersicht über die verschiedenen Theorien habe ich bereits gezeigt, an welchen Korallenarten von Koch seine Untersuchungen angestellt und namentlich das Achsenepithel nachgewiesen hat. Es erübrigt sich daher, nochmals darauf zurückzukommen.

Ich werde nun im Folgenden der Einfachheit halber, um nicht fortwährend auf die einzelnen Arbeiten von von Koch verweisen zu müssen und um auch zugleich zu zeigen, wie die von Koch'schen Theorien, in das Sammelwerk der Zoologie von Y. Delage und E. Herouard (1) übergegangen sind, vorzugsweise letzteres Werk zitieren. Dies kann umsomehr geschehen, als die in diesem Werke vertretene Art der Entstehung der Achse vollständig mit der von von Koch angegebenen übereinstimmt.

Gehen wir bei der Betrachtung der Achsenbildung von dem Larvenstadium aus. von Koch hat darüber Beobachtungen an *Eunicella verrucosa* und *Eunicella* Cavolini gemacht und zwar wurde das Auftreten des Achsenskelettes an *Eunicella* Cavolini bei Larven beobachtet, welche schon fertig gebildete Tentakel und

sich wenigstens einige Wochen festgesetzt hatten. Im Traité de Zoologie concrète par Y. Delage et E. Hérouard (1) finden wir pag. 418 folgende Schilderung über die Entstehung der Achse: „Bientôt, entre l'ectoderme qui revêt la base fixée et le sol, apparaît une mince lamelle cornée sécrétée par cet ectoderme. Cette lame, dès sa formation, se montre convexe vers le polype, en forme de verre de montre, et refoule l'ectoderme dans la cavité gastrique. Bientôt une seconde lamelle se dépose sur la première, plus convexe et plus saillante, et refoulant un peu plus loin le plancher de la cavité gastrique. Le processus continue et ainsi s'élève, entre le sol et le polype, qui ne cesse pas de la recouvrir, une colonne squelettique soudée au sol par sa base et qui est le rudiment du polypier."

Leider hatte ich keine Gelegenheit, diese Beobachtung von Koch's an Larven nachzuprüfen. von Heider (6) (Die Gattung *Cladocora*, S. B. d. K. Acad. d. W. V. 84, 1882) hat jedoch gezeigt, daß bei *Cladocora* das im Mesoderm sich entwickelnde Skelett schon in sehr frühem Stadium der Entwicklung des Polypen das am Fuße desselben befindliche Ectoderm zum Schwinden bringt und den Polypen auf der Unterlage festkittet. Eine derartige Entstehung der Achse müssen wir auch für die Gorgoniden annehmen, spricht dafür doch auch das Verhalten der Achsen bei Verzweigungen. Hier entsteht die Nebenachse in ihrem Zweige gesondert und wächst dann, indem sie das Cönenchym verdrängt, auf die Achse des Hauptstammes, auf die sich dann gewissermaßen festkittet. So sieht man in fast allen Längsschnitten, die durch eine derartige Partie, in der sich zwei Äste teilen, geführt sind, eine deutliche Demarkationslinie. Hierzu siehe Tafel V, Fig. 6 u. 7 u. Tafel VI, Fig. 8. Fig. 6 stellt einen Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini dar, der durch eine derartige Verzweigungsstelle geführt ist. Hier hat sich die als a^n bezeichnete Nebenachse, die selbständig in dem Zweig entsteht, noch nicht mit der Hauptachse a^h vereinigt. Vielmehr ist der zwischen beiden Achsen befindliche Raum noch mit einer maschigen, körnigen Masse ausgefüllt. Fig. 7 stellt ebenfalls einen solchen Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini dar. Hier hat sich aber die Nebenachse (a^n) schon auf die Hauptachse (a^h) unter deutlicher Bildung einer Demarkationslinie (d) aufgekittet. In Fig. 8 hingegen, die einen Längsschnitt von *Eunicella profunda* darstellt, der durch eine Verzweigungsstelle geführt ist, hat sich die Nebenachse (a^n) geradezu in die Hauptachse (a^h) bis in den Zentralkanal derselben eingekeilt. Der Rindenteil der Hauptachse ist an beiden Seiten der Nebenachse emporgewachsen, ohne jedoch mit dieser eine Verwachsung einzugehen. Eine solche würde jedoch in einiger Zeit durch die Tätigkeit der Spicula (s^1) und Spongioblasten (sp), die sich in dem Hohlraum zwischen Haupt und Nebenachse gebildet haben, erfolgt sein. Einzelne Verbindungsbrücken zwischen Haupt- und Nebenachse haben sich ja schon gebildet (v).

Während sich auf Grund der vorliegenden Abbildungen die Art der Entstehung der Verzweigungen und der Achsenbildung in

ihnen ganz deutlich ergibt, wie ich dargetan habe, ist dies nach der von Koch'schen Theorie durchaus nicht der Fall. Delage und Hérouard gehen denn auch über die Zweigbildung kurz hinweg, indem sie pag. 419 darüber folgendes sagen: „Les ramifications se montrent sous la forme d'une petite tuberosité, voisine du sommet, laquelle, peu à peu, s'accroît en une branche.“ Betreffs des Achsenepithels finden wir auf pag. 418 folgendes angegeben: „L'ectoderme invaginé qui revêt le polypier est formé de cellules, d'abord cubiques, et qui restent telles vers le haut, dans les parties jeunes en voie d'accroissement actif, mais qui, dans les parties plus âgées, deviennent peu à peu aplaties. Cet épithélium sécrète, extérieurement à lui la substance corneé, qui forme le polypier.“

So wird hier also ausdrücklich gesagt, daß das die Achse überkleidende eingestülpte Ektoderm, das von Koch'sche „Achsenepithel“, allein die Hornsubstanz der Achse absondere. Ich habe aber gefunden und kann es durch Zeichnung beweisen, daß das Achsenepithel von Koch's nichts anderes ist als die innere Zellauskleidung des Hohlraums des axialen Polypen, in den die wachsende Achse in Form einer Spindel sich hineinschiebt. Tafel V, Fig. 1 a stellt einen Längsschnitt durch *Eunicella* Cavolini dar. Wir sehen hier einen mit i bezeichneten Hohlraum, der mit einer Zellenschicht (e) ausgekleidet ist und den Hohlraum des axialen Polypen darstellt. In diesen Hohlsaum schiebt sich dann von unten her die sich bildende Achse hinein und wird infolgedessen von dem den Hohlraum auskleidenden Epithel überzogen. Dieses Entoderm ist das von von Koch fälschlich als Ektoderm angesehene „Achsenepithel“. Von der sich bildenden Achse a ist erst der Rindenteil in Form eines unregelmäßigen, mit Ausbuchtungen versehenen Ringes vorhanden. Das Innere desselben ist z. T. mit einer feinkörnigen homogenen Masse (m) und Spicula ausgefüllt, während wohl der größte Teil dieser Masse beim Schneiden, Färben oder Fixieren verloren gegangen ist. Der mit a^1 bezeichnete Kegel enthält zahlreiche in homogenes Material eingebettete Spicula, während sich eine Hornsubstanz noch nicht gebildet hat. Aus der beigefügten schematischen Zeichnung ergibt sich, daß der axiale Hohlraum bei k blind geschlossen ist, also ein rein vegetatives Individuum darstellt. Dieser Befund stimmt in geradezu frappierender Weise mit der auf rein theoretischen Erwägungen beruhenden Darstellung der Achsenbildung Studer's (19) überein, die er in seinem Versuch eines Systems der *Alcyonaria* (Arch. f. Naturgesch., 53. Jahrg, 1887) pag. 35 ff. niedergelegt hat. Studer geht hier von einer höher entwickelten Cornularide, von *Telesto*, aus und sagt dann über die Bildung der Achse folgendes: „Die Kolonie besteht hier aus langen durch Stolonen verbundenen Polypen, deren Wandung verdickt ist und Spicula enthält, zwischen denen sich noch Hornsubstanzen entwickeln. Jeder dieser Polypen, der an seinem Ende einen Mund, von Tentakeln umgeben, besitzt, hat eine lange Verdauungshöhle, in welche sich die acht Mesenterialfalten fortsetzen. An der Wandung

der langen Polypenröhren sitzen Polypen mit kurzen Höhlen, von deren blindem Ende ein System von Kanälen abgeht, das sich in der Wand des axialen Polypen, wie man das langgestreckte Individuum bezeichnen kann, verzweigt, um schließlich in den Verdauungsraum desselben einzumünden. Mitunter entwickeln sich aber auch die Seitenknospen zu langen Polypen, die eine verlängerte Verdauungshöhle besitzen und aus ihrer Wandung kleine Polypen entwickeln; es kann so das Bild einer verästelten Gorgonidenkolonie entstehen, an der nur statt der inneren Achse ein Hohlraum, die Verdauungshöhle des primären und secundären axialen Polypen vorhanden ist. Diese ist durch die mesenterialen Falten in einen zentralen Hohlraum und acht radiäre Fächer differenziert. Untersuchen wir eine einfachere, streng radiär angeordnete Kolonie einer Holaxonie, z. B. eine Primnoide mit wickelförmig abgehenden Kelchen, wie *Primnoella* oder *Calligorgia*, so ist das Bild ein sehr ähnliches, Wir finden einen einfachen oder Seitenzweige abgebenden Hauptstamm, der eine zentrale Achse besitzt, die von Längskanälen umgeben ist. Um die Längskanäle lagert sich eine Rinde aus Mesoderm, in welcher Spicula liegen und eine dünne Ectodermschicht. Auf der Rinde erheben sich die Polypen mit kurzen Verdauungshöhlen, aus derem blinden Ende Kanäle abgehen, die anastomosieren und schließlich in die Längskanäle einmünden. Diese Längskanäle sind weite Kanäle, welche in der Zahl von acht radiär um die Achse stehen. Jeder Kanal ist ausgekleidet von Endodermzellen, die umgeben sind von hyalinem Mesoderm, das nach innen von den Kanälen eine Scheide um die Achse bildet und noch gegen die Peripherie der Achse mit einem Epithel ausgekleidet ist.

Was liegt nun näher, als einen solchen Stamm mit dem axialen Polypen einer *Telesto* zu vergleichen, an dem die von den acht Mesenterialfalten gebildeten Fächer noch erhalten sind, dessen zentraler Hohlraum aber von einer epithelüberzogenen Achse ausgefüllt wird, die bewirkt, daß die acht Fächer zu ebensoviel Längskanälen werden. Der Stamm einer solchen Kolonie wäre demnach als axialer Polyp aufzufassen, dessen zentrale Höhlung von unten her von einer zur Achse sich differenzierenden Mesodermwucherung ausgefüllt wird, einem Gebilde, das sich am besten mit der Columella der Madreporarier vergleichen läßt. Diese Spindel wird natürlich von dem Endoderm des axialen Polypen, das sie vor sich herschiebt, überzogen und dieses bildet das Achsenepithel."

Daß die Achse mit Hülfe der Spicula gebildet wird, leugnet v. Koch und mit ihm Delage vollständig ab. Delage und Hérouard sagen in ihrem Sammelwerk, pag. 417 folgendes über die Achsenbildung: „L'axe n'est pas, en effet, plongé, dans la mésoglée, ni formé par soudure de ses spicules: il est séparé d'elles par une couche continue d'épithélium ectodermique qui le sécrète et le revêt dans toute son étendue, en sorte que, bien que contenu à l'intérieur du sommet, il est morphologiquement, extérieur à l'animal." Hier

wird also nochmals ausdrücklich gesagt, daß die Achse nur eine ektodermale Ausscheidung sei und ohne Hülfe der Spicula gebildet werde.

Wie ich aber vorher an *Eunicella* Cavolini gezeigt und durch Abbildung belegt habe, daß das Achsenepithel kein Ektoderm, sondern die entodermale Auskleidung des Hohlraums des axialen Polypen ist, so kann ich hier beweisen, daß die Spicula den größten Anteil an der Bildung der Achse haben. Ich habe dies in vielen Präparaten gefunden und gebe in Taf. V. Fig. 2—5, Längsschnitte und -schliffe von *Telesto*, *Eunicella* Cavolini, *Gorgonella sarmentosa* Pall. und *Eunicella profunda* wieder, die alle deutlich veranschaulichen, wie sehr die Spicula bei der Achsenbildung mitwirken. Fig. 3 stellt einen Längsschnitt von *Telesto* dar. Hier verhält sich die Achsenbildung folgendermaßen. Bei jungen Kolonien bildet der Polyp eine Röhre, in deren Wandungen (b) sich nach und nach Spicula und Hornsubstanz entwickeln, sodaß die Wandungen ein starres Gepräge erhalten. Wird die Röhre aber immer länger, so genügen diese starren Wandungen nicht mehr, um den Polypen aufrecht zu erhalten, es bildet sich dann aus rein statischen Gründen ein innere Achse (a) in dem Hohlraum (d), die dadurch entsteht, daß sich dieser Hohlraum von unten her mit Spicula und Hornsubstanz ausfüllt. Diese Achse ist zwar nicht so dicht und fest wie die der Gorgoniden. Sie hat jedoch ein festeres Gefüge als die Wandungen, was man sehr gut an dem auf Taf.VI, Fig. 15, dargestellten Schnitt von *Telesto* sieht. Hier hat *Telesto* ein Kieselschwamm (k) als Parasit umwachsen und das Cönenchym der Koralle mehr oder weniger zum Schwinden gebracht, während die Achse (a) vollständig erhalten geblieben ist. Daß sich bei *Telesto* so eine innere Achse bildet wie ich gezeigt habe, hat auch Studer schon in seinem Versuch eines Systems der *Alcyonaria* und im Supplementary Report on the Alcyonaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76, V. XXXI angegeben. So sagt er in letzterem Werke, pag. 2, „The most striking characteristic of the species (gemeint ist *Telesto*, der Verf.) is the peculiar construction of a kind of inner skeleten.“ v. Koch (Die Gorgoniden des Golfes von Neapel) und mit ihm Delage und Hérouard verneinen jedoch ein inneres Skelett und nehmen nur ein Hüllskelett für *Telesto* an. Unter Beifügung einer von v. Koch übernommenen schematischen Zeichnung sagen Delage und Hérouard über die Skelettbildung bei *Telesto* pag. 309 folgendes: „Il y a une enveloppe cornée, superficielle en dehors de l'ectoderme, et cette enveloppe envoie sous l'ectoderme des prolongements qui pénètrent dans la mésoglée et forment autour des spicules calcaires une enveloppe cornée qui les soude entre eux et à l'enveloppe externe.“ Fig. 4 giebt einen Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini wieder, die sich in einem Stadium befand, in dem die Spicula, die bei der Bildung der Achse mitgewirkt haben, noch nicht resorbiert waren. Hier sieht man ganz deutlich Spicula (s^4), die mitten im Horn der Achse liegen,

während andere (s^3) aus dem Cönenchym in die Achse hineinragen, was beweist, daß die Achse doch nicht so scharf vom Cönenchym getrennt ist, wie dies von Koch annimmt. Ein ähnliches Verhalten finden wir auch in Fig. 5, die einen Längsschnitt von *Gorgonella sarmentosa* Pall. darstellt. Der Schnitt ist durch die Mitte der Achse geführt, was die deutliche Ausprägung des Zentralkanales (c^1) beweist. Während in dem oberen Teile die Spicula gänzlich resorbiert und durch Hornmasse resorbiert sind, wird der untere Teil der Achse fast nur von spindelförmigen, dicht neben einander liegenden Spicula (s^4) gebildet, die mit s^3 bezeichneten Kalkkörperchen sind zum Teil schon resorbiert und stellen so einen Uebergang zwischen dem rein hornigen und dem kalkhaltigen Teil der Achse dar. In Fig. 2 sehen wir endlich einen Längsschliff von *Eunicella profunda.* Während hier im Rindenteil der Achse die Spicula vollständig verschwunden sind, sind sie im Zentralkanal sehr zahlreich vorhanden und teils der Länge, teils der Quere nach abgeschliffen. An manchen Stellen, wie bei s^n haben sich die Spicula zu förmlichen Nestern in der Zahl von 20—25 vereinigt.

Daß sowohl spindelförmige Spicula (s^{s4}), die sonst dem Cönenchym angehören und keulenförmige Spicula (s^{k4}) des Ektoderms, die die pallisadenartige Schutzschicht nach außen bilden, bei der Bildung der Achse mitwirken, sieht man sehr deutlich an Fig. 12, Tafel VI. Auf den wichtigen Anteil, den die Spicula bei der Achsenbildung haben, hat schon Studer (18) hingewiesen. So zeigte er an *Gorgonia* Bertoloni Lmx. (Studer, über Bau und Entwicklung der Achse von *Gorgonia* Bertoloni Lmx., Berner Mitteilungen, Bd. XII, 1873—74), daß die wachsende Spitze mit Spicula erfüllt ist, die sich mit Hornlamellen umgeben, die dann secundär mit einander verschmelzen, während die Kalkkörperchen resorbiert und durch Horn ersetzt werden. Diese Beobachtungen Studer's habe ich vollständig bei *Eunicella* bestätigt gefunden. Fig. 14, Taf. VI, die einen Längsschnitt von *Eunicella profunda* darstellt, gibt uns ein derartiges Bild. s^{q4} ist ein quergetroffenes Spiculum, das sich mit Hornlamellen (hl) umgeben hat, während s^{s4} ein in der Längsrichtung getroffenes Spiculum darstellt, das ebenfalls mit Hornlamellen überzogen wird.

Während für die bis jetzt besprochenen Species von Korallen die v. Koch'sche Ansicht von der Bildung der Achse wenigstens theoretisch immerhin noch denkbar ist, fällt dieses für *Isis* vollständig weg. Bei *Isis Neapolitana* wechseln Hornglieder und Kalkglieder mit einander ab. Delage sagt darüber folgendes, pag. 419 seines Sammelwerkes: „Mais, ce qu'il faut bien retenir, c'est que, dans tous les cas, la substance calcaire est sécrétée en même temps que la matière cornée et par les mêmes cellules ectodermiques, extérieurement à elles, et que les spicules de la mésoglée sous-jacente ne prennent aucune part à sa formation." Nach meiner Meinung ist es jedoch ganz unmöglich, daß dieselben Zellen zu gleicher Zeit Kalk- und Hornsubstanz absondern können. Es müssen

vielmehr auch hier unbedingt Spicula bei der Achsenbildung mitwirken, wie man ja auch in Schnitten deutlich Spicula bemerkt.

Man sieht aber, wie diese Theorie der ektodermalen Ausscheidung der Achse schablonenhaft auf alle Formen von Achsen angewandt wurde. Fand man ein Achsenepithel bei einer Koralle, so war es ganz sicher, daß nur dieses die Achse abgeschieden haben konnte. Nachdem ich aber an *Eunicella* Cavolini gezeigt habe, daß dieses Achsenepithel nichts anderes ist als die entodermale Auskleidung des axialen Polypen, wie schon Studer (19) vermutet hatte, ist die ganze Ehrenberg-Milne Edward-Koch'sche Theorie vom ectodermalen Ursprung der Achse hinfällig geworden.

Wie entstehen nun aber die Spicula und das Horn, die die Achse zusammensetzen? v. Koch (15) berichtet pag. 30 der Einleitung zu der Beschreibung der im Golf von Neapel aufgefundenen Gorgoniden folgendes über Spiculabildung: „Die Spicula entstehen im Innern von Zellen und sind zusammengesetzt aus Krystallen von kohlensaurem Kalk und aus organischer Substanz, welche diese Krystalle zusammenhält und in der Regel in Form von konzentrischen Blättern das Gerüst der Spicula bildet.“ Auch v. Heider (6 u. 7) in „Die Gattung *Cladocora* Ehrenberg.“ und „Korallenstudien“ spricht sich in ähnlichem Sinne aus. Er bezeichnet die Zellen, in denen die Spicula gebildet werden, als Chalicoblasten. Er gibt an, daß es nach seiner Beobachtung zwei Arten von Chalicoblasten gäbe, solche mit Kern und solche ohne Kern, d. h., in denen der Kern verloren gegangen ist.

v. Heider schildert die kernhaltigen Chalicoblasten als zarte rundliche oder polygonale Zellen, die mit ihren Rändern dicht aneinander schließen und in Osmiumpräparaten fein granuliert und und mit einem deutlichen Kern versehen sind. Die kernlosen Zellen haben eine spindel- oder keilförmige Gestalt und sind in ihrem Innern mit feinen Stäbchen angefüllt, die fast ebenso lang sind wie die Zelle, die sie einschließt und strahlig angeordnet sind, sodaß sie gegen die Zellspitze zu konvergieren. v. Heider sagt pag. 524 in seinen Korallenstudien als Resultat seiner Studien über Spiculabildung: „In der Tat glaube ich auf Grund der mikroskopischen Präparate den Schluß ziehen zu dürfen, daß die anfänglich protoplasmatischen Chalicoblasten in ihrem Innern feine Kalknadeln ausscheiden, welche sich an benachbarte, schon gebildete Nadeln in dem Maße anlegen, als das Protoplasma der Zelle schwindet.“ Derartige Zellen scheint auch schon Kölliker (17) gesehen zu haben. So sagt er pag. 250 seiner Abhandlung „Zur Entwicklungsgeschichte des Pennatulidenstammes“ (Abhandl. der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft V. VIII, 1872). „Anders bei der Kalkachse, denn hier spielt eine osteoblastenähnliche Zellenlage, deren Abstammung von dem Entoderma zwar wohl sicher vermutet werden darf, aber noch nicht nachgewiesen ist, eine Hauptrolle.“ Auch ich habe in vielen meiner Präparate häufig Zellen analog der von v. Heider beschriebenen gefunden und zwar in Präparaten, die

mit Haemalaun gefärbt waren, während v. Heider die Chalicoblasten nur in Osmiumpräparaten nachweisen konnte. Auch junge stäbchenförmige Spicula, die noch deutlich von einem Zellenleib umgeben waren, habe ich namentlich bei *Gorgonella sarmentosa* Pall. und *Eunicella* Cavolini nachweisen können. Als Grund, daß man die Chalicoblasten nicht in größeren Zellenlagen oder gar nicht in einzelnen Präparaten antrifft, möchte ich mit v. Heider annehmen, daß diese feinen Zellen beim Entkalken durch die sich bildenden Gasblasen zerstört oder doch beim Färben und Fixieren der Schnitte abgeschwemmt werden. Dafür spricht auch, daß man diese Zellen in großer Zahl häufig auf dem Objektträger ohne Zusammenhang mit den einzelnen Schnitten findet.

Aehnliche Zellen wie die Chalicoblasten möchte ich für die Hornbildung in Anspruch nehmen. Taf. VI, Fig. 9–11, zeigt uns solche Zellen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung. In Fig. 9, die einen Längsschnitt von Eunicella profunda darstellt, sieht man das Innere der Achse angefüllt mit zahlreichen rundlichen, zarten Zellen (sp), die häufig dicht aneinander stoßen und einen deutlichen in Haemalaun blau gefärbten Kern zeigen, während der Zellleib mehr oder weniger ungefärbt bleibt. In Fig. 10, die ebenfalls einen Längsschnitt von Eunicella profunda darstellt, sehen wir, daß ungefähr derselbe Raum, der sonst vom Zentralkanal der Achse eingenommen wird, hier von diesen Zellen ausgefüllt ist. Während die mit sp bezeichneten Zellen noch einen Kern besitzen, haben die mit sp^1 markierten ihren Kern schon verloren und sind auch etwas zusammengeschrumpft. Noch kleiner und beinahe vollständig verhornt sind die Zellen bei sp^2. Einen weiteren Grad der Verhornung zeigen die Zellen der Fig. 11, die einen Längsschnitt von Eunicella Cavolini zur Darstellung bringt. Die Zellen bei sp^2 gleichen noch den in Fig. 10 ebenso bezeichneten Zellen, während die mit sp^3 markierten vollständig verhornt sind und sich nur durch ihre Konturen, die jedoch auch nur noch schwach sichtbar sind von dem sie umgebenden Horn unterscheiden. Wir sehen also, daß die soeben beschriebenen Zellen, ebenso wie die Chalicoblasten, zuerst einen deutlichen Kern zeigen, diesen Kern aber verlieren, sobald sie anfangen, sich zu verhornen oder Horn auszuscheiden. Die Zellen werden bei dieser Tätigkeit der Hornbildung immer kleiner und verschwinden allmählich in dem Horn, das sie ausgeschieden haben. Diese Zellen möchte ich als Spongioblasten bezeichnen, da ich sie als die das Horn der Achse produzierenden Gebilde ansehe. Nach meiner Meinung vertreten diese Zellen bei Korallen mit Hornachsen die Stelle der in Hornschwämmen das Spongin erzeugenden Spongioblasten, weshalb ich auch diesen Namen gewählt habe.

Chalicoblasten und Spongioblasten scheinen ursprünglich dieselben Zellen zu sein, die sich jedoch in ihrer Tätigkeit differenziert

haben. So sieht man in Schnitten, die der Kontrastfärbung mit Haemalaun und Eosin unterworfen gewesen sind, Gruppen von Zellen, die sich in ihrem Bau vollständig gleichen, während ihre Färbung jedoch eine verschiedene ist. Die einen haben eine mehr oder weniger blaue Farbe angenommen (Chalicoblasten), wohingegen die anderen stellenweise eine Rosafarbe besitzen, also dieselbe Farbe wie das mit Eosin gefärbte Horn der Achse. Dieses Verhalten der letzteren Zellen deutet darauf hin, daß in ihnen schon die Hornbildung begonnen hat, es sind Spongioblasten.

Die Achsenbildung der Gorgoniden erfolgt in derselben Weise wie ich sie oben für *Telesto* geschildert habe und zwar kurz folgendermaßen: Der junge Polyp erhält die zu seiner Aufrechterhaltung nötige Stabilität dadurch, daß sich in seinen Wandungen durch die Tätigkeit von Zellen Kalkkörperchen bilden. Während diese Festigkeit für den Polypen bei relativ geringer Größe genügt, ändert sich dieses jedoch sobald der Polyp eine größere Höhe annimmt. Er hat jetzt zu wenig Halt und so füllt sich denn der axiale Hohlraum des Polypen mit einer homogenen Masse aus, in der dann durch die Tätigkeit von Chalico- und Spongioblasten sich Kalk- und Hornmassen bilden, die die Achse zusammensetzen. Und zwar bildet sich zuerst der Rindenteil der Achse, wie aus Fig. 12 u. 13, Taf. VI, ersichtlich ist. Beide Figuren stellen Längsschnitte von *Eunicella profunda* dar, in denen man eine homogene, feinkörnige Markmasse im Innern der Achse erblickt. Während aber die Markmasse des in Fig. 13 dargestellten Schnittes einen relativ großen Teil der Achse ausmacht und die Rindenschicht nur schwach entwickelt ist, ist die homogene feinkörnige Masse des in Fig. 12 veranschaulichten Schnittes schon zum größten Teil durch die Tätigkeit von Spongioblasten (sp^1) durch Horn ersetzt. Daneben wirken aber auch hier wieder Spicula in bedeutender Weise bei der Achsenbildung mit. Je nachdem nun Chalico- oder Spongioblasten in der Hauptsache bei dem Aufbau der Achse tätig sind, entstehen Kalkachsen wie bei den Scleraxoniern oder Hornachsen bei den Holaxoniern. Uebergänge in der Zusammensetzung der Achse können jedoch vorkommen, so bildet z. B. *Gorgonella sarmentosa* Pall., die eine sehr kalkreiche Achse hat, einen solchen von den Scleraxoniern zu den Holaxoniern. Mir scheint überhaupt ein so scharfer Unterschied zwischen Scleraxoniern und Holaxoniern nicht zu bestehen, als daß man die Gorgoniden in diese beiden Gruppen zu unterscheiden brauchte. In dem einen Falle bleiben die Spicula, die die Achse gebildet haben, erhalten (Scleraxonier), im anderen Falle werden sie mehr oder weniger resorbiert und durch Horn ersetzt (Holaxonier).

Den Hauptwert meiner Arbeit sehe ich darin, daß ich gezeigt habe:

1. Daß das Achsenepitel von Koch's kein Ektoderm ist, sondern das den axialen Hohlraum des Polypen auskleidende Entoderm;
2. Daß nicht dieses Achsenepithel, sondern Chalico- und Spongioblasten die Bildung der Achse bewirken;
3. Daß Spongioblasten ebenso wie bei Spongien so auch bei Korallen vorkommen und so eine größere Einheit in dem System der Coelenteraten besteht, als man bisher angenommen hat;
4. Daß zwischen Scleraxoniern und Holaxoniern Uebergänge bestehen, sodaß keine Veranlassung vorhanden ist, die Gorgoniden in diese Unterfamilien zu teilen.

Literaturverzeichnis.

1. Delage, Yves et Edgard Hérouard. Traité de Zoologie concrète V. 2, Les Coelentérés 1901
2. Lacaze-Duthiers. Histoire naturelle du corail. . . 1864
3. Lacaze-Duthiers. Polypiers des Gorgones, in: Acad. des sciences natur. Vol. III 1868
4. Milne Edwards, H. et J. Haime. Histoire naturelle des Coralliaires ou polypes proprement dits Vol. I—III texte 1 vol. pl. 1857
5. Ehrenberg. Beiträge zur physiologischen Kenntnis der Korallentiere im allgemeinen, und besonders des roten Meeres, nebst einem Versuche zur physiologischen Systematik derselben, in: Abhandl. der Kgl. Acad. der Wissenschaft. zu Berlin aus dem Jahre 1832, I. Teil 1834
6. von Heider, A. Die Gattung *Cladocora* Ehrenberg, in: Sitzungsberichte der Akad. d. Wiss. Wien V. 84, I.Abt. 1882
7. von Heider, A. Korallenstudien, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie V. 44 1886
8. von Koch, G. Mitteilungen über *Gorgonia verrucosa*, in: Morpholog. Jahrbücher, Vol. IV, II. Heft 1878
9. von Koch, G. Ueber die Entwicklung des Kalkskeletts von *Asteroides calycularis* und dessen morphologische Bedeutung, in: Mitt. d. Zool. Stat. Neapel V. III, III. Heft . . 1882
10. von Koch, G. Das Skelett der Alcyonarien, in: Morph. Jahrb. Vol. IV, III. Heft 1878
11. von Koch, G. Vorläufige Mitteil. über die Gorgonien (*Alcyonaria axifera*) von Neapel und über die Entwicklung der *Gorgonia verrucosa*, in: Mitt. d. Zool. Stat. Neapel, V. III, IV. Heft 1872
12. von Koch, G. Die morph. Bedeutung des Korallenskeletts, in: Biolog. Zentralblatt, V. II 1882/83
13. von Koch, G. Anatomie von *Isis Neapolitana*, in: Morph. Jahrb. Vol. IV, I. Heft 1878
14. von Koch, G. Bemerkungen über Synoyme von *Isis elongata* Esper., *Isis neapolitana* m., in: Morpholog. Jahrbuch V. IV, I. Heft 1878
15. von Koch, G. Die Gorgoniden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte, in: Fauna und Flora

des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte, herausgegeben von der Zool. Stat. Neapel 1887

16. Kölliker, A. Die Bindesubstanz der Coelenteraten, Icones histologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre, II. Abt., I. Heft 1865

17. Kölliker, A. Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien. I. Abt.: Pennatuliden, in: Abhandl., herausgegeb. von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft V. VIII 1872

18. Studer, Th. Ueber Bau und Entwicklung der Achse von *Gorgonia* Bertoloni Lamx., in: Mitt. der Naturforsch. Gesellschaft Bern, aus dem Jahre 1873, No. 812—827 1874

19. Studer, Th. Versuch eines Systems der *Alcyonaria*, in: Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 53 1887

20. Studer, Th. Uebersicht der *Anthozoa Alcyonaria*, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde gesammelt wurden, in: Monatsber. der Kgl. Preuß. Akad. der Wissenschaft. Berlin, aus dem Jahre 1878 1879

21. Studer, Th. & Wright. Report on the *Alcyonaria* collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76, V. XXXI 1889

22. Studer, Th. Supplementary Report on the *Alcyonaria* collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76 V. XXXII 1889

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.[1])

Fig. 1. a. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini. Der Schnitt ist durch eine sich bildende junge Achse a^1 geführt, die in den axialen Hohlraum *i* des Polypen hineinwächst. *a* Rindenteil der Achse, *m* Markmasse der Achse. *e* das den axialen Hohlraum auskleidende Entoderm. *r* Ringgefäß in Kommunikation mit dem axialen Hohlraum. *p* Polyp, s^1 spindelförmige Spicula, s^2 keulenförmige Spicula. b. Schematische Zeichnung, um zu zeigen, dass der axiale Hohlraum bei *k* blind geschlossen ist.

Fig. 2. Längsschliff von *Eunicella profunda* bei schwacher Vergrösserung.
a Achse, c^1 Centralkanal, *l* Lamellen des Centralkanals, s^4 Spicula im Centralkanal, s^n Nest von Spicula.

Fig. 3. Längsschnitt von *Telesto* bei schwacher Vergrösserung.
a Achse, *b* Wandung des Polypen mit Spicula ausgefüllt, *c* Cönenchym, *d* axialer Hohlraum des Polypen, *k* parasitierender Kieselschwamm.

Fig. 4. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini bei schwacher Vergrösserung.
a Achse, *c* Cönenchym, s^1 spindelförmige Spicula, s^2 keulenförmige Spicula, s^3 Spicula zum Teil dem Cönenchym, zum Teil der Achse angehörig, s^4 Spicula im Innern der Achse, *p* Polyp.

Fig. 5. Längsschnitt von *Gorgonella sarmentosa* Pall. bei schwacher Vergrösserung.
a Achse, *c* Cönenchym, c^1 Centralkanal, *l* Lamellen des Centralkanals, *p* Polyp, s^1 spindelförmige Spicula des Cönenchyms, s^3 Spicula zum Teil resorbiert, s^4 Spicula, die Achse aufbauend.

Fig. 6. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini (schwache Vergrösserung) Hauptachse a^h und Nebenachse a^n haben sich noch nicht getroffen. *z* Zwischenraum, von einer maschigen körnigen Masse ausgefüllt. *c* Cönenchym, *p* Polyp.

Fig. 7. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini (schwache Vergrösserung) Nebenachse a^n hat sich auf die Hauptachse a^h aufgekittet unter Bildung einer Demarkationslinie *d*. c^1 Centralkanal, *l* Lamellen des Centralkanales, *c* Cönenchym, s^1 spindelförmige Spicula, s^2 keulenförmige Spicula.

---

[1]) Die Abbildungen sind mit Ausnahme von Fig. 1 und Fig. 5 auf Taf. I, übermalte Mikrophotographien, von der Firma Armbruster & Söhne Bern in vollendeter Weise hergestellt.

Tafel VI.

Fig. 8. Längsschnitt von *Eunicella profunda* (schwache Vergrösserung) Nebenachse a^n hat sich in die Hauptachse a^h eingekeilt. *c* Cönenchym, *l* Lamellen des Centralkanales. s^1 Spicula, *sp* Spongioblasten, *v* Verbindung zwischen Haupt- und Nebenachse.

Fig. 9. Längsschnit von *Eunicella profunda* (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, s^1 Spicula im Querschnitt gesehen, s^4 Spicula von Horn überzogen, *sp* Spongioblasten, *p* Polyp.

Fig. 10. Längsschnitt von *Eunicella profunda* (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, s^4 Spiculum, *sp* Spongioblasten mit Kern, sp^1 Spongioblasten ohne Kern, sp^2 Spongioblasten in das Horn der Achse übergehend.

Fig. 11. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, s^4 Spiculum, sp^1 Spongioblasten in das Horn der Achse übergehend, sp^3 Spongioblasten vollständig verhornt.

Fig. 12. Längsschnitt von *Eunicella profunda* (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, *m* Markmasse, sk^4 keulenförmige Spicula, ss^4 spindelförmige Spicula, sp^1 Spongioblasten.

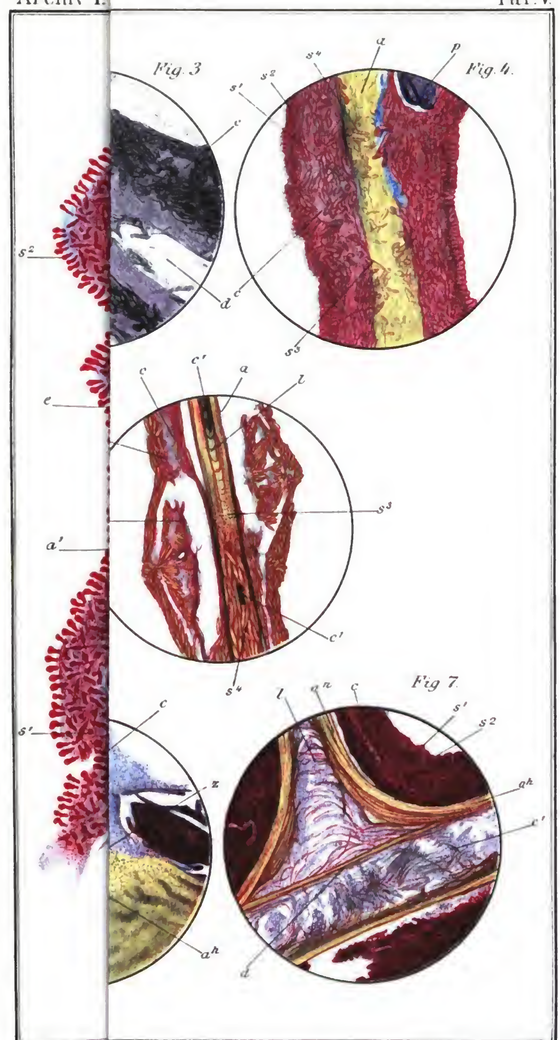
Fig. 13. Längsschnitt von *Eunicella profunda* (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchem, *m* Markmasse, s^4 Spicula, sq^4 Spiculum im Querschnitt gesehen.

Fig. 14. Längsschnitt von *Eunicella profunda* (starke Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, *m* Markmasse, *hl* Hornlamellen, die die Spicula umgeben, ss^4 spindelförmiges Spiculum, sq^4 Spiculum im Querschnitt gesehen.

Fig. 15. Längsschnitt von *Telesto* (schwache Vergrösserung). *a* Achse, *c* Cönenchym, *h* Hornsubstanz, *k* Kieselschwamm, der die Korallen umwachsen hat.

Fig. 16. Längsschnitt von *Gorgonella sarmentosa* Pall (schwache Vergrösserung). *h* Hornmasse am Grunde des Polypen *p*, *c* Cönenchym.

Fig. 17. Längsschnitt von *Eunicella* Cavolini (schwache Vergrösserung). *h* Hornmasse, inmitten des Cönenchyms *c*, *m* Markmasse, *s* Spicula.



L. I. Thomas, lith. Inst. Berlin S. 53



Fig. 14.

m
ss4
hl
sq4
hl
c
a

k
c
h

Fig. 17

s
h
m
c

Fm
ah
s4
c
a
sp
h

L.J. Thomas, Lith. Inst. Berlin S. 53


UNIVERSITY

